

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy v Praze

☒ posudek vedoucího  
☐ bakalářské práce

☐ posudek oponenta  
☒ diplomové práce

Autor: Martin Holeček

Název práce: **Optimalizace funkce obnovitelných zdrojů elektrické energie na bázi palivových článků, akumulátorů a FV panelů pro malé výkony**

Studijní program a obor: Matematika

Rok odevzdání: 2015

Jméno a tituly vedoucího: František Maršík, Prof., DrSc

Pracoviště: MFF UK, UT AVČR

Kontaktní e-mail: [marsik@it.cas.cz](mailto:marsik@it.cas.cz)

## Odborná úroveň práce:

☐ vynikající ☒ velmi dobrá ☐ průměrná ☐ podprůměrná ☐ nevyhovující

## Věcné chyby:

☒ téměř žádné ☐ vzhledem k rozsahu přiměřený počet ☐ méně podstatné četné ☐ závažné

## Výsledky:

☐ originální ☒ původní i převzaté ☐ netriviální kompilace ☐ citované z literatury ☐ opsané

## Rozsah práce:

☐ veliký ☒ standardní ☐ dostatečný ☐ nedostatečný

## Grafická, jazyková a formální úroveň:

☒ vynikající ☐ velmi dobrá ☐ průměrná ☐ podprůměrná ☐ nevyhovující

## Tiskové chyby:

☐ téměř žádné ☒ vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet ☐ četné

## Celková úroveň práce:

☐ vynikající ☒ velmi dobrá ☐ průměrná ☐ podprůměrná ☐ nevyhovující

## Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího/opponenta:

Cílem práce bylo sestavit, odladit a na konkrétní instalaci malé Fotovoltatické Elektrárny (FV) v Ústavu jaderného výzkumu v Řeži, ukázat možnosti jejího optimálního řízení z hlediska minimalizace spotřeby el. energie ze sítě. Pro tento typ problémů již není vhodný obvyklý variační

počet. Důvodem je, že nelze obecně nalézt funkcionál jehož gradientem jsou požadované rovnice procesů a okrajové a omezující podmínky nesouvisí s přirozenými podmínkami rovnic řízených procesů. Z těchto důvodů autor použil obecnou formulaci optimálního řízení vycházející z Poyntingova principu maxima.

Sestavil funkcionál který vedle **cílové funkce** (cost function) obsahuje **rovnice procesů** kterými jsou výkonové charakteristiky (vztahy pro napětí a proud) řízených zařízení.

tj.: -- generaci el. energie fotovoltatickými panely, nabíjení a vybíjení akumulátorů, výrobu vodíku v elektrolyzéru a jeho zpětnou konverzi na el. energii ve vodíkovém palivovém článku.

-- **omezující podmínky** jak v čase tak i na velikost funkčních a řídicích parametrů

-- **řídící parametry**, kterými jsou velikosti výkonů (závislé na čase) indukujících zapnutí či odpojení příslušného zařízení.

Z uvedeného rozboru formulace optimalizačních metod a způsobů jejich řešení autor ukázal, že dostatečně dobře ovládá požadovanou teorii a její následné numerické řešení.

K nalezení optimálního řízení (minima funkcionálu) použil multiple shooting algoritmus z toolboxu MATLABu. Použil 6 různých řešičů (solverů) z nichž pouze solver SQP (Sequential Quadratic Programming) vykazuje uspokojivé výsledky při rozdělení časového úseku 24 hod. na 31 diskretizačních bodů.

Použitelnost jednotlivých řešičů ukázal na případu řízení příslušných zařízení pro jeden typický letní den s definovaným slunečním svitem a zadanou spotřebou. Vzhledem k tomu, že instalovaný výkon FV panelů není schopen pokrýt požadovanou spotřebu je i výsledkem simulace ztráta (jistě množství energie musí být odebráno ze sítě).

Hlavním přínosem autora byla formulace rovnic procesů jednotlivých zařízení tak, že byl schopen sestavit požadovanou cílovou funkci. Sám vytipoval vhodný algoritmus, který konverguje i když je časově náročný. Zde by jistě pomohla paralelizace výpočtů. Dalším významným rysem práce je aplikace moderní metody řízení na konkrétní aplikaci s možností experimentálního ověření. Předpokládám, že program bude dále pokračovat a ve spolupráci s UJV bude doveden do aplikační (uživatelsky přívětivé) podoby.

Práce splnila všechny požadované cíle a doporučuji uznat jako diplomovou.

#### **Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:**

Autor se mnou řadu problémů průběžně konzultoval a moje připomínky již do konečné varianty diplomové práce zapracoval. Při obhajobě bych rád, kdyby se autor pokusil objasnit, proč byl úspěšný právě algoritmus SQP a jsou-li známy důvody, proč ostatní algoritmy divergují. Nemám již žádné dodatečné připomínky.

#### **Práci**

☒ doporučuji

☐ nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

#### **Navrhuji hodnocení stupněm:**

☒ výborně ☐ velmi dobře ☐ dobře ☐ neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího:

Čisovice 178      6. 1. 2016